

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

01471

Term-End Examination

June, 2014

PHYSICS

PHE-09 : OPTICS

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : *All questions are compulsory but there are internal choices. The marks for each question are indicated against it. You can use log tables or a calculator. Symbols have their usual meaning.*

1. Attempt any **five** parts : $3 \times 5 = 15$
- (a) Depict electric and magnetic fields associated with a plane electromagnetic wave. How are these connected to Poynting vector ?
 - (b) What do you understand by blind spot in human eye ? Where is it located ?
 - (c) Distinguish between negative and positive uniaxial crystals. Draw the o- and e- wave surfaces for a calcite crystal.

- (d) Two narrow slits 0.45 mm apart are illuminated by a monochromatic light of wavelength 5893 Å. Calculate the width of the fringes obtained on a screen placed at a distance of 45 cm from the slits.
- (e) A light ray of amplitude 'A' is incident obliquely on a parallel thin glass film. Draw a diagram to show the amplitude of successive rays in multiple reflection and refraction.
- (f) For sodium light ($\lambda = 5893 \text{ \AA}$), interference fringes are formed by reflection from a thin air wedge. When viewed at 90° , 8 fringes are observed in a distance of 0.8 cm. Calculate the angle of the wedge.
- (g) Discuss Rayleigh's criterion for resolution of images formed by a telescope.
- (h) Name the three prerequisites for LASER operation.

2. Using Fermat's principle, derive Snell's law. 5

OR

What is a Nicol prism ? Draw its construction. 3

Calculate the thickness of a quarter-wave plate of quartz for sodium light of wavelength 5893 Å. The refractive indices of quartz for ordinary and extraordinary rays are 1.5442 and 1.5533 respectively. 2

3. Discuss Young's double slit experiment for interference of light and obtain an expression for fringe width. 6

Two coherent sources of intensity ratio ' α ' interfere. Prove that in the interference pattern

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{2\sqrt{\alpha}}{1 + \alpha} \quad 4$$

OR

Explain how Michelson's interferometer is used to determine the difference in wavelengths very close to each other, such as D_1 and D_2 lines of sodium. 6

A thin film of 6×10^{-5} cm thickness is illuminated by white light normal to its surface. Its refractive index is 1.5. Of what colour will the thin film appear in reflected light? 4

4. Attempt any *two* parts : 2×5=10

(a) What is a zone plate? Show that a zone plate acts like a multiple foci converging lens. 1+4=5

(b) Plane waves from a helium-neon laser with wavelength 630 nm are incident on a circular aperture of diameter 0.5 mm. Determine the angular location of the first minimum in the diffraction pattern. Also calculate the diameter of the Airy disc on a screen placed 5 m behind the aperture. 5

(c) Sketch the schematic diagram of Michelson Stellar Interferometer and explain its working. 5

5. Attempt any *two* parts : $2 \times 5 = 10$

(a) What is coherence ? Distinguish between temporal coherence and spatial coherence. $1 + 4 = 5$

(b) Discuss the phenomena of population inversion on the basis of Einstein's theory. Discuss its significance. $4 + 1 = 5$

(c) Draw energy level diagrams for (i) Nd ion in Nd : YAG and (ii) He - Ne laser. $2 + 3 = 5$

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2014

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं परंतु आंतरिक विकल्प दिए गए हैं ।
प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं । आप लॉग
सारणियों अथवा कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं । प्रतीकों
के अपने सामान्य अर्थ हैं ।

1. किन्हीं पाँच भागों के उत्तर दीजिए : 3×5=15

(क) समतल विद्युत्-चुंबकीय तरंग के संगत विद्युत् तथा
चुंबकीय क्षेत्रों को आरेखित कीजिए । ये प्वाइन्टिंग
सदिश से किस प्रकार संबंधित हैं ?

(ख) मानव नेत्र के अंध-बिन्दु से आप क्या समझते हैं ? यह
किस जगह होता है ?

(ग) ऋण तथा धन एकाक्ष क्रिस्टलों में अंतर बताइए ।
कैल्साइट क्रिस्टल के लिए o- तथा e- तरंग सतहें
आरेखित कीजिए ।

- (घ) 0.45 mm दूरी पर स्थित दो पतली रेखाछिद्रों को तरंगदैर्घ्य 5893 Å वाले एकवर्णी प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया जाता है। रेखाछिद्रों से 45 cm दूर स्थित परदे पर प्राप्त फ्रिन्जों की चौड़ाई परिकलित कीजिए।
- (ङ) काँच की एक समांतर पतली परत (फ़िल्म) पर आयाम 'A' वाली प्रकाश किरण तिर्यकतः आपतित होती है। एक रेखाचित्र की सहायता से बहु-परावर्तित तथा बहु-अपवर्तित उत्तरोत्तर किरणों का आयाम दिखाइए।
- (च) एक पतली वायु वेज से परावर्तन के कारण सोडियम प्रकाश ($\lambda = 5893 \text{ \AA}$) के लिए व्यतिकरण फ्रिन्जें बनती हैं। 90° पर देखने से 0.8 cm दूरी में 8 फ्रिन्जें प्रेक्षित होती हैं। वेज का कोण परिकलित कीजिए।
- (छ) दूरबीन द्वारा निर्मित प्रतिबिंबों के विभेदन के संदर्भ में रैले निकष की चर्चा कीजिए।
- (ज) लेज़र (LASER) ऑपरेशन के लिए तीन पूर्वापेक्षाओं के नाम बताइए।

2. फर्मा के सिद्धान्त के आधार पर स्नेल का नियम व्युत्पन्न कीजिए।

5

अथवा

- निकल प्रिज़्म क्या है ? इसकी संरचना आरेखित कीजिए।
- तरंगदैर्घ्य 5893 Å वाले सोडियम प्रकाश के लिए क्वार्ट्ज़ के चतुर्थांश तरंग पट्टिका की मोटाई परिकलित कीजिए। दिया है कि साधारण तथा असाधारण किरणों के लिए क्वार्ट्ज़ का अपवर्तनांक क्रमशः 1.5442 तथा 1.5533 हैं।

3

2

3. प्रकाश के व्यतिकरण के लिए यंग द्वि-रेखाछिद्र प्रयोग की चर्चा कीजिए तथा फ्रिंज चौड़ाई के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । 6
तीव्रता अनुपात ' α ' वाली दो कलासंबद्ध स्रोतों व्यतिकरण करती हैं । उत्पन्न व्यतिकरण पैटर्न के लिए सिद्ध कीजिए कि

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{2\sqrt{\alpha}}{1 + \alpha} \quad 4$$

अथवा

- समझाइए कि दो नजदीक के तरंगदैर्घ्यों जैसे कि सोडियम की D_1 तथा D_2 रेखाओं, के बीच अंतर निर्धारित करने के लिए माइकेलसन व्यतिकरणमापी का किस प्रकार उपयोग करते हैं । 6
 6×10^{-5} cm मोटाई की एक पतली परत (फ़िल्म) को इसकी सतह के लंबवत् दिशा से श्वेत प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया जाता है । परत का अपवर्तनांक 1.5 है । परावर्तित प्रकाश में पतली परत किस रंग की दिखेगी ? 4

4. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए : $2 \times 5 = 10$

(क) ज़ोन प्लेट क्या होती है ? सिद्ध कीजिए कि ज़ोन प्लेट एक बहु-फोकस वाले अभिसारी लेन्स की भाँति व्यवहार करती है । $1 + 4 = 5$

(ख) 0.5 mm व्यास वाले वृत्ताकार द्वारक पर तरंगदैर्घ्य 630 nm वाली हिलियम-निऑन लेसर की समतल तरंगें आपतित होती हैं । विवर्तन पैटर्न में प्रथम निम्निष्ठ का कोणीय स्थान निर्धारित कीजिए । द्वारक के पीछे 5 m दूरी पर स्थित परदे पर एयरी डिस्क का व्यास भी परिकलित कीजिए । 5

(ग) माइकेलसन तारकीय व्यतिकरणमापी का व्यवस्था आलेख आरेखित कीजिए तथा इसकी कार्यप्रणाली समझाइए । 5

5. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

2×5=10

(क) कला-सम्बद्धता क्या होती है ? कालिक कला-सम्बद्धता तथा स्थानिक कला-सम्बद्धता में अंतर बताइए । 1+4=5

(ख) आइन्स्टाइन सिद्धांत के आधार पर जनसंख्या प्रतीपन परिघटना की विवेचना कीजिए । इसके महत्त्व की भी चर्चा कीजिए । 4+1=5

(ग) (i) Nd : YAG में Nd आयन तथा (ii) He - Ne लेसर के लिए ऊर्जा स्तर आलेख आरेखित कीजिए । 2+3=5